

## KOREAN PATENT

\* Publication No. 10-1999-0040305 (June 5, 1999)

\* Application No. 10-1997-0060635 (November 17, 1997)

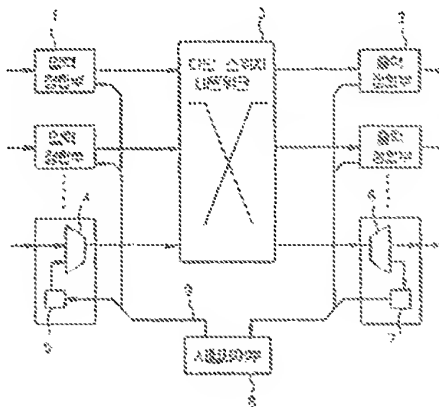
### [Abstract]

#### DETECTION APPARATUS AND METHOD OF FAULTY SWITCH NODES IN MULTISTAGE SWITCHING NETWORKPACKET

The present invention provides a real-time detection apparatus and method of faults of respective unit switch nodes constituting an extended switch network in an extended ATM switch architecture using multistage interconnection network. A function of generating a test cell at an input/output match unit and detecting the test cell and generation of the test cell are controlled. The apparatus includes a function unit and an algorithm performing unit. The function unit analyzes the detected test cell to determine whether a unit switch node is faulty. The algorithm performing unit is used in a fault determining function unit to determine a fault of the unit switch node. While the service is supplied, fault of a unit switch node is detected to support rapid system maintenance and provide a function of coping with occurrence of the fault.

### [Representative Figure]

FIG. 2



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. <sup>8</sup> H04L 12/28	(11) 공개번호 특 1999-0040305
(21) 출원번호 10-1997-0060635	(43) 공개일자 1999년 06월 05일
(22) 출원일자 1997년 11월 17일	
(71) 출원인 한국전자통신연구원 정선중	
(72) 발명자 대전광역시 유성구 거정동 161번지 김근배	
	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 209동 401호 이상만
	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 129동 703호 강훈
(74) 대리인 김영섭, 이화익	대전광역시 서구 안변동 강변아파트 104동 702호

심사청구 : 있음

(54) 다단 스위치 네트워크에서 고장 스위치 노드의 검출장치 및방법

요약

본 발명은 다단상호접속망(Multistage Interconnection Network) 방식에 의해 구성되는 확장된 ATM 스위치 구조에서 확장 스위치 네트워크를 구성하는 각 단위 스위치 노드의 고장을 실시간으로 검출하는 방법에 대한 것으로서, 시스템의 입출력 장항부에 시험 셀의 발생 및 검출을 하는 기능과 시험 셀의 발생을 제어하고, 검출된 시험 셀을 분석하여 단위 스위치 노드의 고장을 판별하는 기능부 및 고장 판별 기능부 내에서 고장을 판별하는데 사용되는 알고리즘 수행부등으로 구성되어 단위 스위치 노드의 고장을 서비스 제공 중에 검출함으로써 신속한 시스템의 유지 보수를 지원하고, 고장 발생시 대처할 수 있는 기능의 기반을 제공하는 효과가 있다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 Clos 및 Banyan 네트워크 형태를 갖는 확장 스위치의 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 시험장치 및 시험 경로에 구성도.

도 3은 3단 Clos 네트워크 구성도.

도 4는 3단 Banyan 네트워크 구성도.

\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| 1 : 입력정합부       | 2 : 출력정합부   |
| 3 : 다단 스위치 네트워크 | 4 : 다중화기능부  |
| 5 : 시험 셀 송신부    | 6 : 역다중화부   |
| 7 : 시험셀 수신부     | 8 : 시스템 제어부 |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 다단상호 접속망 방식을 이용한 확장된 ATM스위치 네트워크에서 단위 스위치 노드의 고장을 서비스가 진행되는 상태에서 각 단위 스위치 노드에 시험을 위한 부가 기능 없이 효과적으로 검출하는 방법에 대한 것이다.

종래에는 다단 스위치 네트워크에서 단위 스위치 노드의 고장을 검출하기 위해서는 서비스가 중지된 상태 즉, 오프 라인(off-line) 상태에서 수행되거나, 단위 스위치 노드에 고장검출을 지원 할 수 있는 특수 기능이 같이 지원되어야만 하였고, 온라인(On-line) 상태에서 고장 노드의 검출과 위치 파악을 위한 방법이 제시되고 있지 않다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 시스템 일 출력 장치부에 시험 셀의 송출 및 검출 기능과 검출된 셀들의 검사를 통해 고장 스위치 노드의 유무 및 그 위치를 판별하는 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의해 다단 상호접속망 방식에 따른 다단 스위치 구조에서 단위 스위치 노드의 고장 및 고장 노드의 위치를 실시간적으로 검출하는 장치는 시험셀과 서비스셀을 구성하고 다중화하여 다단 스위치 네트워크로 송출하는 입력 정합수단과; 상기 다단 스위치 네트워크를 통과한 상기 입력정합부로부터 송출된 시험셀과 서비스셀을 수신하여 역다중화하고 시험셀을 출력하는 출력정합수단과; 상기 입력 정합부에 시험셀 및 서비스셀 송출을 위한 시험셀의 송출 명령과 상기 출력정합부에 수신된 시험셀의 검사명령을 통해 상기 스위치 네트워크가 Clos 형태의 네트워크인 경우와 Banyan 형태의 네트워크인 경우로 나누어 고장 스위치 노드를 검출하게 하는 시험제어수단으로 구성된 것을 특징으로 한다.

상기 입력정합수단의 바람직한 실시에는 상기 시험제어수단으로부터 시험셀 송출 명령을 받아 그 명령에 포함된 상기 출력정합수단의 주소 정보를 이용하여, 입력 정합수단의 주소, 출력정합수단의 주소, 시스템의 현재 시간(시험 셀의 발생 시간), 및 우선순위 정보를 포함하는 시험셀을 구성하는 송신부와; 상기 송신부에서 출력되는 시험셀과 서비스셀을 입력받아 다중화시켜 상기 다단 스위치 네트워크로 출력하는 다중화 기능부로 구성된 것을 특징으로 한다.

상기 출력정합수단의 바람직한 실시에는 상기 다단 스위치 네트워크를 통과하는 시험셀과 서비스셀을 받아 역다중화시키는 역다중화 기능부와; 상기 역다중화 기능부에서 역다중화를 통해 서비스 셀과 분리되어 전달되는 시험셀을 수신받아 입력정합부 주소, 출력정합부 주소, 시험셀 발생시간 등의 정보를 추출하여 상기 시험제어수단으로 전달하는 수신부로 구성된 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명에 의해 다단 상호접속망 방식에 따른 다단 스위치 구조에서 단위 스위치 노드의 고장 및 고장 노드의 위치를 실시간적으로 검출하는 방법은 시험셀과 서비스셀을 구성하고 다중화하여 다단 스위치 네트워크로 입력시키는 단계를 수행하고, 상기 다단 스위치 네트워크를 통과한 상기 입력정합부로부터 송출된 시험셀과 서비스셀을 수신하여 역다중화하고 역다중화를 통해 얻어진 시험셀을 출력하는 단계를 수행하고, 상기 시험셀과 서비스셀을 다단 스위치 네트워크에 입력시키기 위한 시험셀 및 서비스셀 송출을 위한 시험셀의 송출을 제어하고, 상기 역다중화된 시험셀을 검사하여 상기 스위치 네트워크가 Clos 형태의 네트워크인 경우와 Banyan 형태의 네트워크인 경우로 나누어 상기 다단 스위치 네트워크내의 고장 스위치 노드를 검출하게 하는 단계를 수행하여 다단 스위치 네트워크의 고장 스위치 노드 검출하는 것을 특징으로 한다.

상기 Clos 형태의 네트워크인 경우의 고장노드 검출단계의 특징은 다음과 같다. 다단 스위치 네트워크의 단의 개수가 S개이고, 각 단별로 구성되는 단위 스위치 노드의 개수가 각각  $M_0, M_1, \dots, M_{S-1}$ 일 때(단, 단의 번호는 0부터 S-1까지), 스위치 네트워크를 구성하는 각 노드를 경유하는 각기 다른 독립적인 스위치 네트워크 경로에 대한 경로 리스트를 구성하고, 인접 노드간에 연결 되는 복수개의 임의적인 링크는 논리적으로 하나의 그룹으로 간주하여 하나의 스위치 네트워크 경로로 취급하는 초기치 설정단계를 수행한다. 시험셀을 스위치 네트워크내에 존재하는 모든 경로에 대해 순차적으로 송출하게 제어하는 시험셀 송출 제어단계를 수행한다. 상기 다단 스위치 네트워크를 통과하여 출력되는 셀들중에서 수신이 안되는 셀들이 경유하도록 되어 있는 노드 경로들을 조사하여 고장 경로 리스트를 구성하는 고장경로 리스트 작성한다. 상기 고장 경로 리스트를 이용하여 각 단별로 같은 노드번호에 대한 검출 회수를 계산하는 검출회

$$\sum_{j=0}^{s-1} OM_j$$

수 계산한다. 같은 노드 번호가 소속 단이 임의의 A인 경우 검출회수가  $J=0$ , (단  $J=A$ 는 제외) 이면 해당 노드가 고장인 것으로 판단한다.

상기 고장판단 단계에서 같은 단에 속한 모든 노드가 고장이 난 경우는 정확한 고장 노드의 위치를 파악 할 수 없는 예외 사항으로 적용하여 다단 스위치 네트워크 내에서의 고장 노드를 검출한다.

상기 Banyan 형태의 네트워크인 경우의 고장 노드 검출방법의 특징은 다음과 같다. 각 단별로 구성되는 노드의 개수는 2의 배수이고, 그 개수가 M인 경우 단의 개수 S는  $\log_2 M + 1$ 인 네트워크에서 스위치 네트워크를 구성하는 각 노드를 경유하는 각기 다른 독립적인 스위치 네트워크 경로에 대한 경로 리스트를 구성하며, 인접 노드간에 연결 되는 복수개의 임의적인 링크는 논리적으로 하나의 그룹으로 간주하여 하나의 스위치 네트워크 경로로 취급하는 초기치 설정단계를 수행한다. 시험셀을 스위치 네트워크내에 존재하는 모든 경로에 대해 순차적으로 송출하게 제어한다. 상기 다단 스위치 네트워크를 통과하여 출력되는 셀들중에서 수신이 안되는 셀들이 경유하도록 되어 있는 노드 경로들을 조사하여 고장 경로 리스트를 구성하는 고장경로 리스트 작성한다.

상기 고장 경로 리스트를 이용하여 각 단별로 같은 노드번호에 대한 검출 회수를 계산하는 검출회수를 계산하여 같은 노드 번호가 검출되는 개수가  $2^{s-1}$  이면 해당노드가 고장인 것으로 판단하는 고장판단한다. 같은 단에 속한 모든 노드가 고장이 난 경우는 정확한 고장 노드의 위치를 파악 할 수 없는 예외 사

항과 같은 단계 속한 고장 노드 두 개가 전단 또는 후단에 속한 하나의 노드에 같이 연결되어 있다면 연결되어 있는 전단 또는 후단의 노드도 고장이 난 것으로 판단되는 예외사항을 적용하여 다단 스위치 네트워크 내에서의 고장 노드를 검출한다.

스위치 네트워크의 용량 확장 방식은 여러가지 방식이 사용될 수 있으나 그 중에서도 가장 일반적이며 대표적인 방식은 일정 용량의 스위치를 단위 스위치로 사용하여 다단 상호 접속망(MIN : Multistage Interconnection Network)형태의 스위치 네트워크를 구성하는 것이다.

스위치 확장에 있어 사용되는 MIN의 형태는 도 1 에 도시된 바와 같이 대표적으로 Clos 네트워크 형태(b)와 Banyan 네트워크 형태(a)를 들 수 있다. Clos 네트워크 형태(b)는 입력 포트에서 출력 출력 포트로의 라우팅에 있어서 복수개의 경로를 제공할 수 있으므로 시스템의 성능면이나 고장감내에 있어서 우수한 특성을 갖고 있고, Banyan 네트워크 형태(a)의 확장 구조는 Banyan, Flip, Omega 네트워크 등을 이용하는 망 구조로서 각 네트워크가 갖는 특성은 동일하다. Banyan형태의 네트워크에서는 입력과 출력 출력 포트에 대하여 오직 하나의 경로만이 제공되는 특성을 가지며, 따라서 출력되고자 하는 출력포트가 선택되면 MIN내에서의 경로는 자동으로 확정되므로 라우팅 경로 할당 매커니즘이 단순한 특징을 갖는다. 도 1에서 입력은 단 0의 노드 1에서 출력은 단 2의 노드 0로 향하는 경우를 보인다. Banyan의 경우는 입력 출력간에 오직 하나의 경로만이 있음을 알 수 있으며, Clos 네트워크 경우는 중간 단계에 있는 단위 스위치 노드 수인 4개 만큼의 경로가 복수개 존재 함을 알 수 있다. 즉, Clos 네트워크에서 단을 3단으로 구성하는 경우 스위치 네트워크내에서의 우회 경로의 수자는 두번째 단계 속한 스위치 노드의 개수 만큼 존재한다.

On-line 서비스 중에 스위칭 시스템내의 단위 스위치 노드의 고장을 검사하기 위해서 시험 셀을 스위치 네트워크에 대하여 삽입, 추출, 검사할 수 있는 기능을 구성한다. 이러한 기능 구성은 시험장치를 별도로 시스템에 구성하는 방식과 기 구성되어 있는 시스템 제어부에 시험 기능이 부가되어 구성되어 질 수 있다.

도 2 는 상기의 시험 기능을 시스템에 수용하는데 따른 구성을 보여주는 것으로 도시된 바와 같이 다단 스위치 네트워크(3)와, 상기 다단 스위치 네트워크(3)에 입력시키기 위한 시험셀과 서비스셀을 구성하고 다중화하여 다단 스위치 네트워크로 송출하는 입력 정합부(1)와, 상기 다단 스위치 네트워크(3)를 통과한 상기 입력정합부로부터 송출된 시험셀과 서비스셀을 수신하여 역다중화하고 시험셀을 출력하는 출력 정합부(2)와, 상기 입력 정합부(1)에 시험셀 및 서비스셀 송출을 위한 시험셀의 송출 명령과 상기 출력 정합부(2)에 수신된 시험셀의 검사를 통해 상기 스위치 네트워크(3)가 Clos형태의 네트워크인 경우와 Banyan형태의 네트워크인 경우로 나누어 고장 스위치 노드를 검출하게 하는 시험제어부(8)로 구성되어 있다.

상기 각각의 입력정합부(1)는 상기 시험제어부(8)의 제어를 받아 시험셀과 서비스셀을 구성하는 시험셀 송신부(5)와 그 시험셀을 다중화시켜 다단 스위치 네트워크로 보내는 다중화부(4)로 구성되어 있다.

상기 각각의 출력정합부(2)는 상기 다단 스위치 네트워크(3)로 부터 시험셀을 수신받아 역다중화하는 역다중화부(6)과 역다중화된 시험셀을 수신하는 시험셀 수신부(7)로 구성된다.

도 2의 구성에서는 시험제어부(8)와 각 입력정합부(1)(2)간에는 별도의 통신 경로(9)를 갖는 것으로 가정을 하였으며, 이를 통해 시험 셀의 발생, 추출, 검사 기능을 제어한다. 이 같은 구성에서 시험절차는 다음과 같다.

- 시험제어부(8)는 각 입력정합부(1)에 구성되어 있는 시험 셀 송신부(5)에 시험셀의 송출을 명령한다. 이때 명령은 시험셀이 출력되어야 하는 출력정합부(2) 목적지 주소 및 현재 시스템 시간(time stamp)에 대한 정보를 제공한다.

- 시험셀 송신부(5)는 해당 입력 정합부(1)의 주소, 시험셀을 나타내는 인식자, 시험제어부로부터 출력 정합부(2)목적지 주소, 현재 시간등을 바탕으로 시험셀을 구성하여 다단 스위치 네트워크(3)로 송출한다. 이 때 입력정합부(1)내의 다중화기능부(4)는 시험셀과 서비스셀들의 다중화를 수행한다.

- 출력정합부(2)내의 역다중화부(6)는 다단 스위치 네트워크(3)으로 부터 수신되는 셀들중 시험셀을 분류하여 시험셀 수신부(7)로 해당 시험셀을 전달한다.

- 시험셀 수신부(7)는 수신된 시험셀에서 필요 정보만을 추출하여 시스템제어부(8)로 정보를 전달 한다.

- 시스템 제어부(8)는 일정 시간내에 송출을 명령한 셀이 수신이 안되면 해당셀이 시스템내에서 폐기 되었거나 또는 해당 시험셀이 통과하여야 하는 경로상에 문제가 있는 것으로 판단 한다.

- 시스템 제어부(8)는 특정 입력정합부(1)에서 출력정합부(2)로의 시험셀을 일정 시간 간격으로 발생시키고 그 결과에 따라 다음의 예와 같은 판단을 한다.

다단 입력정합부(1)를 통해서만 해당 출력정합부(2)로 시험셀이 수신되는 경우 : 해당 입력정합부(1) 또는 스위치의 입력포트부분 또는 입력정합부(1)와 스위치간의 링크의 고장으로 판단

다단 입력정합부를 통해서도 수신이 안되는 경우 : 스위치의 해당 출력 포트 또는 해당 출력정합부 또는 연결 링크의 고장

수신은 되나 발생시킨 셀 개수 대비 수신 된 셀이 일정 기준치 이상으로 손실된 경우 : 만약 시스템의 부하 상태가 낮다면 해당 경로가 불안정하게 동작되는 것으로 판단 가능

수신된 셀중 일정 기준치 이하로 손실이 된 경우 : 시스템의 부하 상태에 따라 스위치 네트워크가 갖는 셀 손실 확률에 의해 발생된 것으로 판단 가능

상기 시험에서 사용되는 시험셀은 고장 판단의 용이성을 위하여 다음과 같은 정보를 포함한다.

시험셀 인식자

입력정합부 주소

출력정합부 주소

시스템 현재 시간(Time Stamp)

우선순위 정보

상기의 정보 중 우선순위 정보는 스위치 네트워크 또는 네트워크 전, 후단에 존재할 수 있는 다중화/역다중화기에서 우선순위에 따른 서비스 제공이 가능한 구조를 갖고 있다면, 시험 셀은 최 우선 순위를 갖도록 하여 스위치 네트워크 또는 다중화/역다중화기에서의 과 부하에 따른 손실 처리의 대상에 시험 셀이 포함하지 않도록 한다.

또한 시험 셀의 생성 주기는 시스템의 서비스 시간대 별로 달리 하는 것이 바람직 하다. 즉, 시스템 부하가 많은 시간대에는 생성 주기를 크게 하여 시험 셀이 데이터 셀에 대한 서비스에 영향이 없도록 하고, 부하가 적은 시간대에는 생성 주기를 짧르게 하여 이 시간대에 이루어지는 기타 시스템 진단 기능과 함께 전반적인 시스템 진단이 이루어 지도록 한다.

시험 시험 셀이 손실 되는 것은 해당 경로상의 고장에 의한 것과 스위치 네트워크에 내재하는 셀 손실 확률에 의해 발생 되는 경우 두 가지가 있을 수 있다. 셀 손실확률에 의해 발생 되는 경우는 고장이 아닐면서도 불구하고 고장 처리가 되는 판단의 착오가 있을 수 있다. 그러나 통상 스위치의 손실 확률이  $10^{-6} \sim 10^{-4}$  의 성능치를 갖도록 운용이 되고 또한 하나의 경로에 대해 단 한번의 시험 셀 만이 아니라 다수 개의 시험 셀을 사용하여 시험 하는 방법을 사용하는 것을 감안한다면 판단이 착오 될 확률 또한 극히 낮게 구성 될 수 있다.

도 3 은 3단으로 구성된 Clos 네트워크의 형태를 보인다. 검사 방법의 일반화 및 성능의 용이성을 위해 각 단별로 구성되는 노드와 계수를 임의로 구성한다.

Clos 네트워크는 특성상 각 노드간의 연결이 풀 메쉬(full mesh)형태를 이룬다.

모든 가능한 스위치 네트워크 경로중 각 노드에 대하여 해당 노드를 경로 상에 포함하는 독립적인 경로의 수자는 다음과 같다.

- 첫째단 노드를 경유하는 경로 수 : 둘째단의 노드 수 X 셋째단의 노드 수
- 둘째단 노드를 경유하는 경로 수 : 첫째단의 노드 수 X 셋째단의 노드 수
- 셋째단 노드를 경유하는 경로 수 : 첫째단의 노드 수 X 둘째단의 노드 수

따라서 도 3 은, 첫째단 노드는 12개의 독립적인 노드 경로에 관여되며, 둘째단 노드는 6개의 경로, 셋째단 노드는 8개의 경로에 대하여 관여 된다.

네트워크 내에 구성 가능한 모든 경로를 테이블로 구성한 것을 표 1로 정리하면 다음과 같다.

[표 1]

단 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
단 1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3
단 2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2

표 1에 나타난 상기의 테이블은 시스템 구현 시 이미 작성될 수 있는 테이블로서 이 테이블을 시험제어부(8)는 갖고 있으면서 테이블 구성에 따라 시험 셀의 송출 과 수신이 안된 셀에 대한 경로를 체크 한다.

예를 몇가지 들어 보면 다음과 같다.

1) 단 0의 노드 1이 고장이 난 경우의 예

테이블상에서 검출이 되는 경로는 다음과 같다. 경로에서의 번호는 각 단별 노드 번호를 나타낸다.

검출되는 경로 : 1-0-0, 1-0-1, 1-0-2, 1-1-0, 1-1-1, 1-1-2, 1-2-0, 1-2-1, 1-2-2, 1-3-0, 1-3-1, 1-3-2

검출된 경로 리스트에서 각 단별로 같은 노드번호가 검출되는 회수를 계산하면

단 0 : 1이 12회

단 1 : 0이 3회, 1이 3회, 2가 3회, 3이 3회

단 2 : 0이 4회, 1이 4회, 2가 4회

따라서 단 0의 노드는 모든 독립적인 경로 수가 12인데 노드 1이 이 모든 경로에 대해 모두 검출된 것이므로 고장이라고 판단한다.

단 1의 경우는 모든 독립적인 경로수가 6개인데 6회가 검출된 노드가 없으므로 고장난 노드가 없는 것으로 판단하며,



[표 4]

단 0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
단 1	0	2	2	1	1	3	3	0	2	2	1
단 2	1	2	3	0	1	2	3	1	2	3	1

상기 테이블에서 각 단 별로 같은 노드 번호가 검색되는 회수를 보면,

단 0 : 노드 0 → 3, 노드 1 → 4, 노드 2 → 3, 노드 3 → 1

단 1 : 노드 0 → 2, 노드 1 → 3, 노드 2 → 4, 노드 3 → 2

단 2 : 노드 0 → 0, 노드 1 → 4, 노드 2 → 3, 노드 3 → 3

각 노드를 경유하는 독립적인 경로의 수가 4개이므로 고장난 노드는 4회 검색이 되어야 한다. 따라서 상기 결과를 보면, 단 0에서는 노드 1, 단 1에서는 노드 2, 단 2에서는 노드 1이 고장 난 것으로 판단할 수 있다.

2) 단 0의 노드 0 및 노드 1, 단 2의 노드 1 및 노드 3이 고장 난 경우의 예

시험셀이 수신에 안되는 경로만을 표 5에 정리하면 다음과 같다.

[표 5]

시험셀이 수신에 안되는 경로 테이블.

단 0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3	3
단 1	0	0	2	2	1	1	3	3	0	2	1	3
단 2	0	1	2	3	0	1	2	3	1	3	1	3

상기 테이블에서 각 단 별로 같은 노드 번호의 검색 회수를

단 0 : 노드 0 → 4, 노드 1 → 4, 노드 2 → 2, 노드 3 → 2

단 1 : 노드 0 → 3, 노드 1 → 3, 노드 2 → 3, 노드 3 → 3

단 2 : 노드 0 → 2, 노드 1 → 4, 노드 2 → 2, 노드 3 → 4

이상의 조사를 통해 단 0에서는 노드 0과 1이, 단 2에서는 노드 1과 3이 고장이고, 단 2에서는 고장 노드가 없는 것으로 판단 할 수 있다.

3) 단 0의 노드 0과 2가 고장인 경우의 예

시험셀이 수신 안되는 경로 만을 표 6에 정리 하면 다음과 같다.

[표 6]

단 0	0	0	0	0	2	2	2	2
단 1	0	0	2	2	0	0	2	2
단 2	0	1	2	3	0	1	2	3

각 단 별로 노드 번호 검색 회수를 보면,

단 0 : 노드 0 → 4, 노드 1 → 0, 노드 2 → 4, 노드 3 → 0

단 1 : 노드 0 → 4, 노드 1 → 0, 노드 2 → 4, 노드 3 → 0

단 2 : 노드 0 → 2, 노드 1 → 2, 노드 2 → 2, 노드 3 → 2

이상의 결과를 보면, 단 0에서는 노드 0과 2, 단 1에서는 노드 0과 2가 고장이고, 단 2에는 고장 노드가 없는 것으로 판단 된다. 그러나 실제로는 가정에서와 같이 단 1에서는 고장 노드가 없어야 함에도 불구하고 고장 노드가 있는 것으로 판단이 된다. 이 것이 본 Banyan 네트워크의 검사 방법에서의 예외 사항이며 그 이유는 다음과 같다.

같은 단에 속한 고장 노드들 중 두개가 전단 또는 후단의 특정 노드에 같이 연결되는 경우에는 고장노드들에 연결된 전단 또는 후단의 노드도 고장으로 처리 된다. 그 이유는 고장노드들에 연결 되어 있는 노드는 각 고장 노드를 경유하는 모든 경로 수 중 절반의 경로(즉,  $2^{s-2}$  개) 구성에 연관이 된다. 즉, Banyan형태의 네트워크는 각 노드가 논리적으로 두개의 입력 링크와 두개의 출력 링크로 구성되기 때문이다. 따라서 두개의 고장 링크에 같이 연결되어 있는 노드는 각 고장 노드와 연과 되어  $2^{s-2}$  개씩의 독립된 경로에 대해 검색이 되게 되어, 결국은 총  $2^{s-1}$  개 만큼이 검색되게 된다. 따라서 고장이 아님에도 불구하고 고장이 난 것으로 판단 확율을 갖게 된다.

상술한 바를 정리하면 다음과 같다.

각 단별로 구성되는 노드의 개수는 2의 배수이며, 개수가  $N$ 인 경우 스테이지 수  $S$ 는  $\log_2 N + 1$ 로 하고 스위치 네트워크를 구성하는 각 노드를 경유하는 각각 다른 독립적인 경로에 대한 리스트는 구성하며 인접 노드간에 연결되는 복수개의 임출력 링크는 논리적으로 하나의 그룹으로 간주하여 하나의 스위치 네트워크 경로를 취급하도록 시스템의 초기화를 수행한다.

시험제어부에서는 시험셀을 스위치 네트워크내에 존재하는 모든 경로에 대해 송출하고, 해당 목적지 출력정합부에서 수신이 안되는 셀들에 대해서 시험제어부는 해당 셀들이 경유하도록 되어 있는 노드 경로를 조사하여 고장경로 리스트를 만든다.

이렇게 조사된 경로 리스트를 이용하여 각 단별로 같은 노드번호에 대한 검출 회수를 계산한다. 만약 검사회수가 검출회수  $= 2^{S-1}$ 이면 해당 노드는 고장인 것으로 간주한다.

같은 단에 속한 모든 노드가 고장이 난 경우는 모든 경로에 대해 시험셀이 통과될 수 없으므로 스위치 네트워크의 모든 노드가 고장난 것으로 간주되므로 정확한 고장 노드의 위치를 파악할 수 없는 예외 사항 및 같은 단에 속한 고장 노드 두개가 전단 또는 후단에 속한 하나의 노드에 같이 연결되어 있다면 연결되어 있는 전단 또는 후단의 노드도 고장이 난 것으로 판단하도록 한다.

상기의 검출 방법에 따라 ATM 스위칭 시스템에서 스위치 네트워크가 Clos 또는 Banyan형태의 MIN으로 구성된 경우 구성요소인 각 스위치 노드의 고장을 파악하고 고장의 위치정보를 추출할 수 있는 방법을 제시 하였다. 제시된 방법은 각각 예외 조항이 있다.

#### 발명의 효과

본 발명에 의하면 상술한 바와 같이 본 발명은 Clos 및 Banyan네트워크 형태의 확장 스위치 구조에 모두 적용되는 것으로서, 본 발명이 실행되는 확장 스위치 구조를 갖는 ATM 스위칭 시스템은 온라인(On-Line) 서비스 중에 단위 스위치 노드의 고장을 검출함과 아울러 고장노드의 위치를 정확히 판별함으로써 시스템의 고장 복구를 원활히 유지 보수 기능을 강화 할 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

다단상호접속망 방식에 따른 다단 스위치 구조에서 단위 스위치 노드의 고장 및 고장 노드의 위치를 실시간으로 검출하는 장치에 있어서,

시험셀과 서비스셀을 구성하고 다중화하여 다단 스위치 네트워크로 송출하는 입력 정합수단과;

상기 다단 스위치 네트워크를 통과한 상기 입력정합부로부터 송출된 시험셀과 서비스셀을 수신하여 역다중화하고 시험셀을 출력하는 출력정합수단과;

상기 입력 정합부에 시험셀 및 서비스셀 송출을 위한 시험셀의 송출 명령과 상기 출력정합부에 수신된 시험셀의 경사를 통해 상기 스위치 네트워크가 Clos형태의 네트워크인 경우와 Banyan형태의 네트워크인 경우로 나누어 고장 스위치 노드를 검출하게 하는 시험제어수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 다단 스위치 네트워크의 고장 스위치 노드 검출장치.

##### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 입력정합수단은,

상기 시험제어수단으로부터 시험셀 송출 명령을 받아 그 명령에 포함된 상기 출력정합수단의 주소 정보를 이용하여, 입력 정합수단의 주소, 출력정합수단의 주소, 시스템의 현재 시간(시험 셀의 발생 시간), 및 우선순위 정보를 포함하는 시험셀을 구성하는 송신부와;

상기 송신부에서 출력되는 시험셀과 서비스셀을 입력받아 다중화시켜 상기 다단 스위치 네트워크로 출력하는 다중화 기능부로 구성된 것을 특징으로 하는 다단 스위치 네트워크의 고장 스위치 노드 검출장치.

##### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 출력정합수단은,

상기 다단 스위치 네트워크를 통과하는 시험셀과 서비스셀을 받아 역다중화시키는 역다중화 기능부와;

상기 역다중화 기능부에서 역다중화를 통해 서비스 셀과 분리되어 전달되는 시험셀을 수신받아 입력정합부 주소, 출력정합부 주소, 시험셀 발생시간 등의 정보를 추출하여 상기 시험제어수단으로 전달하는 수신부로 구성된 것을 특징으로 하는 다단 스위치 네트워크의 고장 스위치 노드 검출장치.

##### 청구항 4

다단상호접속망 방식에 따른 다단 스위치 구조에서 단위 스위치 노드의 고장 및 고장 노드의 위치를 실시간으로 검출하는 방법에 있어서,

시험셀과 서비스셀을 구성하고 다중화하여 다단 스위치 네트워크로 입력시키는 단계를 수행하고;

상기 다단 스위치 네트워크를 통과한 상기 입력정합부로부터 송출된 시험셀과 서비스셀을 수신하여 역다중화하고 역다중화를 통해 얻어진 시험셀을 출력하는 단계를 수행하고;



상기 시험셀과 서비스셀을 다단 스위치 네트워크에 입력시키기 위한 시험셀 및 서비스셀 송출을 위한 시험셀의 송출을 제어하고, 상기 복다중화된 시험셀을 검사하여 상기 스위치 네트워크가 Clos형태의 네트워크인 경우와 Banyan형태의 네트워크인 경우로 나누어 상기 다단 스위치 네트워크내의 고장 스위치 노드를 검출하게 하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 다단 스위치 네트워크의 고장 스위치 노드 검출방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 Clos형태의 네트워크인 경우의 고장노드 검출단계는,

다단 스위치 네트워크의 단의 개수가 S개이고, 각 단별로 구성되는 단위 스위치 노드의 개수가 각각  $M_0, M_1, \dots, M_{S-1}$ 일때(단, 단의 번호는 0부터 S-1까지), 스위치 네트워크를 구성하는 각 노드를 경유하는 각기 다른 독립적인 스위치 네트워크 경로에 대한 경로 리스트를 구성하고, 인접 노드간에 연결 되는 복수개의 임출력 링크는 논리적으로 하나의 그룹으로 간주하여 하나의 스위치 네트워크 경로로 취급하는 초기치 설정단계와;

시험셀을 스위치 네트워크내에 존재하는 모든 경로에 대해 순차적으로 송출하게 제어하는 시험셀송출 제어단계와;

상기 다단 스위치 네트워크를 통과하여 출력되는 셀들중에서 수신이 안되는 셀들이 경유하도록 되어 있는 노드 경로들을 조사하여 고장 경로 리스트를 구성하는 고장경로 리스트 작성단계와;

상기 고장 경로 리스트를 이용하여 각 단별로 같은 노드번호에 대한 검출 회수를 계산하는 검출회수 계산단계와;

같은 노드 번호가 소속 단이 임의의 A인 경우,

$$\sum_{j=0}^{s-1} OM_j$$

검출회수가  $J=0$ (단  $J=A$ 는 제외)이면 해당노드가 고장인 것으로 판단하는 고장판단 단계와;

상기 고장판단 단계에서 같은 단에 속한 모든 노드가 고장이 난 경우는 정확한 고장 노드의 위치를 파악할 수 없는 예외 사항으로 적용하고, 같은 단에 속한 두 개의 고장노드가 전단 또는 후단에 속한 하나의 노드에 같이 연결되어 있는 경우 연결되어 있는 전단 또는 후단의 노드도 고장인 것으로 판단되는 예외 사항을 적용하는 예외사항 적용단계를 수행하여 다단 스위치 네트워크 내에서의 고장 노드를 검출하는 것을 특징으로 하는 다단 스위치 네트워크의 고장 스위치 노드 검출방법.

#### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 Banyan형태의 네트워크인 경우의 고장 노드 검출방법은,

각 단별로 구성되는 노드의 개수는 2의 배수이며, 개수가 M인 경우 단의 개수 S는  $\log_2 M+1$ 이고, 이러한 네트워크에서 스위치 네트워크를 구성하는 각 노드를 경유하는 각기 다른 독립적인 스위치 네트워크 경로에 대한 경로 리스트를 구성하며, 인접 노드간에 연결 되는 복수개의 임출력 링크는 논리적으로 하나의 그룹으로 간주하여 하나의 스위치 네트워크 경로로 취급하는 초기치 설정단계와;

시험셀을 스위치 네트워크내에 존재하는 모든 경로에 대해 순차적으로 송출하게 제어하는 시험셀송출 제어단계와;

상기 다단 스위치 네트워크를 통과하여 출력되는 셀들중에서 수신이 안되는 셀들이 경유하도록 되어 있는 노드 경로들을 조사하여 고장 경로 리스트를 구성하는 고장경로 리스트 작성단계와;

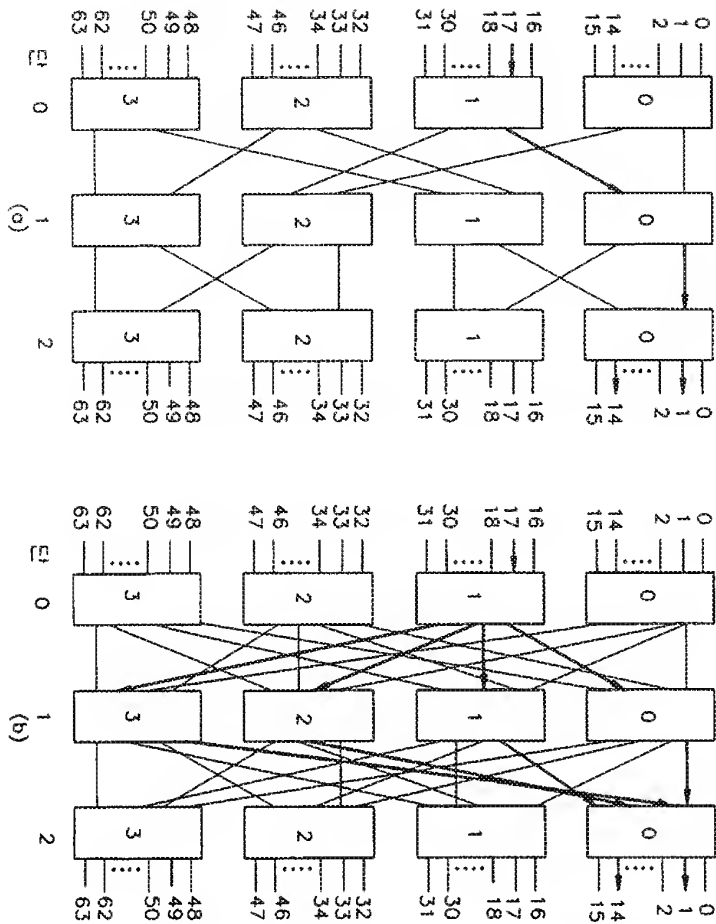
상기 고장 경로 리스트를 이용하여 각 단별로 같은 노드번호에 대한 검출 회수를 계산하는 검출회수 계산단계와;

같은 노드 번호가 검출되는 개수가  $2^{s-1}$ 이면 해당노드가 고장인 것으로 판단하는 고장판단 단계와;

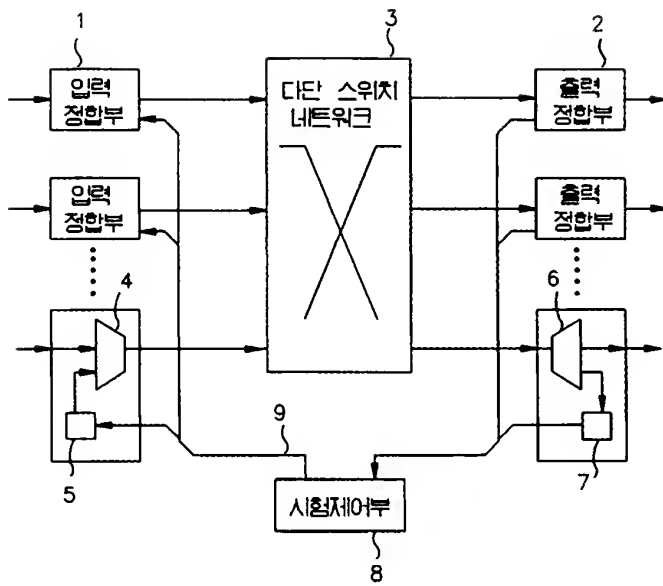
상기 고장판단 단계에서 같은 단에 속한 모든 노드가 고장이 난 경우는 정확한 고장 노드의 위치를 파악할 수 없는 예외 사항으로 적용하고, 같은 단에 속한 두 개의 고장노드가 전단 또는 후단에 속한 하나의 노드에 같이 연결되어 있는 경우 연결되어 있는 전단 또는 후단의 노드도 고장인 것으로 판단되는 예외 사항을 적용하는 예외사항 적용단계를 수행하여 다단 스위치 네트워크 내에서의 고장 노드를 검출하는 것을 특징으로 하는 다단 스위치 네트워크의 고장 스위치 노드 검출방법.

도면

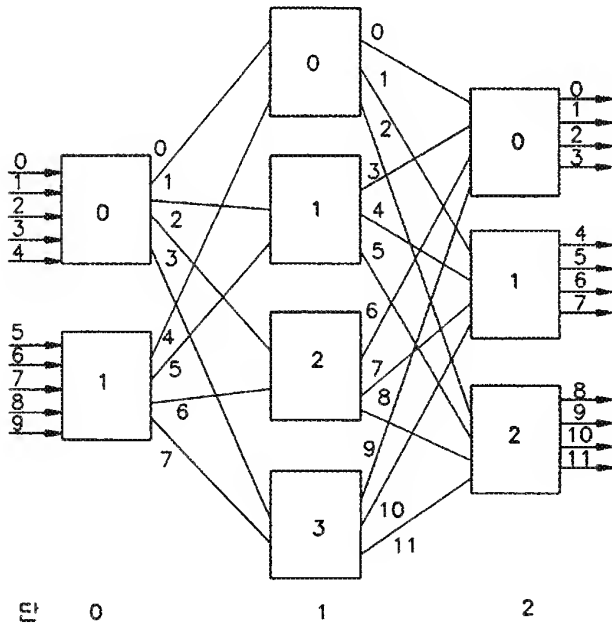
图 1



도면2



도면3



도면4

